

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

Patent Number: JP6338632
Publication date: 1994-12-06
Inventor(s): YAMADA MOTOKAZU; others: 01
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD
Requested Patent: ☐ JP6338632
Application Number: JP19930129313 19930531
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP2748818B2

Abstract

PURPOSE: To improve the luminous efficiency of a gallium nitride compound semiconductor light-emitting element by a method wherein the size of the light-emitting element is made small and at the same time, light, which is emitted from the light-emitting element of the small size, is taken out to the outside as much as possible without being blocked.

CONSTITUTION: In a gallium nitride compound semiconductor light-emitting element, which is constituted by forming an electrode 4 consisting of an N-type layer and an electrode 5 consisting of a P-type layer on the side of the same surface, the electrode 4 consisting of the N-type layer is wire bonded at the corner of the N-type layer 2 and moreover, the electrode 5 consisting of the P-type layer is wire bonded at the corner part of the P-type layer 3.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開 号

特開平6-338632

(43)公開日 平成6年(1994)12月6日

(51)IntCl.⁴
H 0 1 L 33/00

識別記号 庁内整理番号
C 7376-4M
E 7376-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全5頁)

(21)出願番号 特願平5-129313

(22)出願日 平成5年(1993)5月31日

(71)出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者 山田 元量

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(72)発明者 中村 修二

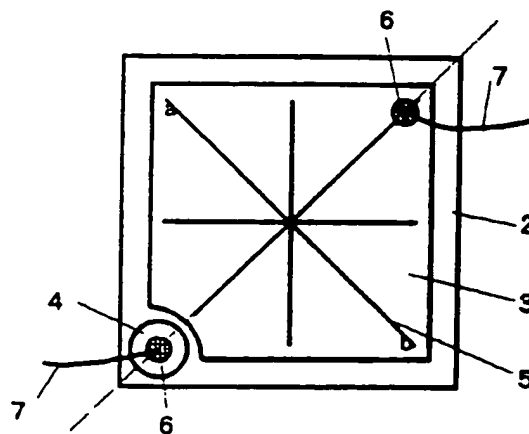
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子

(57)【要約】

【目的】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子のサイズを小さくすると共に、小さいサイズの発光素子から出る発光をできるだけ遠ることなく外部に取り出し発光効率を向上させる。

【構成】 同一面側にn型層の電極と、p型層の電極とが形成されてなる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記n型層の電極はそのn型層の隅部でワイヤーボンディングされており、さらに、前記p型層の電極はそのp型層の隅部でワイヤーボンディングされている。



R009776

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 同一面側にn型層の電極と、p型層の電極とが形成されてなる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記n型層の電極はそのn型層の隅部でワイヤーボンディングされており、さらに、前記p型層の電極はそのp型層の隅部でワイヤーボンディングされていることを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記n型層の隅部と、前記p型層の隅部とは、同一面側からみて対角線上にあることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 前記p型層の電極は透光性の金属電極よりなることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 前記p型層の電極は、該p型層のほぼ全面に形成されていることを特徴とする請求項3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項5】 前記p型層の電極の上に、さらにワイヤーボンディング用の台座電極が形成されていることを特徴とする請求項3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は一般式 $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x < 1$, $0 \leq y < 1$) で表される窒化ガリウム系化合物半導体を含む窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近GaN、GaAlN、InGaN、InAlGa_{0.9}N等の窒化ガリウム系化合物半導体を用いた発光素子が注目されている。その窒化ガリウム系化合物半導体は一般にサファイア基板の上に成長される。サファイアのような絶縁性基板を用いた発光素子は、他のGaAs、GaAlP等の半導体基板を用いた発光素子と異なり、基板側から電極を取り出すことが不可能であるため、通常窒化ガリウム系化合物半導体層に設けられる正、負一対の電極は同一面側に形成される。特に、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の場合、サファイアが透光性であるため、電極面を下にして、サファイア基板側を発光観測面とすることが多い（特開平4-10670号公報、特開平4-10671号公報）。

【0003】 一方、サファイア基板側を下にして、同一面側に設けられたそれぞれの電極に上からワイヤーボンディングした構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子も知られている（特開昭60-175468号公報、特開昭61-56474号公報）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 サファイア基板側を発光観測面とする構造の発光素子は、電極に発光を妨げら

2

れることなく、基板側全面から発光を観測することができるという利点はあるが、両電極を接続するリードフレーム間の間隔を狭くすることが困難であるため、チップサイズが約1mm以上と大きくなり、一枚あたりのウェハーからとれるチップ数が少なくなるという欠点がある。

【0005】 これに対し、サファイア基板側を下にする構造の発光素子は、チップサイズを小さくできるという利点はあるが、窒化ガリウム系化合物半導体層（特に最上層のp型層）に形成された電極によって発光が遮られ、発光効率が低下するという欠点がある。つまり、電極に金線等をワイヤーボンディングする際、ボンディング位置の電極面積は、金線の太さに合わせてある程度の大きさを必要とするため、その位置が発光面の中心部にあると、例えば中心部の電極、ワイヤーボンディングの際にできるボール等で発光を遮ることになる。

【0006】 従って本発明は前記問題を解決するべく成されたものであり、第一の目的は、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子のサイズを小さくすることにより、第二の目的は小さいサイズの発光素子から出る発光をできるだけ遮ることなく外部に取り出し発光効率を向上させることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は同一面側にn型層の電極と、p型層の電極とが形成されてなる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、前記n型層の電極はそのn型層の隅部でワイヤーボンディングされており、さらに、前記p型層の電極はそのp型層の隅部でワイヤーボンディングされていることを特徴とする。

【0008】 本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子（以下発光素子という。）を図1および図2を用いて説明する。図1は本発明の一実施例の発光素子を窒化ガリウム系化合物半導体層側から見た平面図であり、図2は図1の発光素子をこの図に示すように一点鎖線で切断した際の概略断面図である。この発光素子はサファイア基板1の上にn型層2とp型層3とを順に積層した構造を有しており、p型層3の一部をエッチングして、n型層2を露出させ、n型層2の上に電極4と、p型層3の上に線状の電極5を形成している。さらにそのp型層の上に形成した電極5は発光をできるだけ妨げないように線状にすると共に、電流が均一に広がるようにp型層3の上に複数設けている。

【0009】 以上のような発光素子の電極4、および電極5に金線7をワイヤーボンディングしてリードフレームと金線7とを接続することにより発光素子は完成する。なお、6はワイヤーボンディング時に金線7からできるボールである。本発明の発光素子は、図1に示すようにp型層3の隅部をエッチングして、電極4をn型層2の隅部に形成し、この電極4をワイヤーボンディング

3

している。さらに、電極5のワイヤーボンディング位置をp型層3の隅部としている。これらの図に示すように、電極4をn型層2の隅部としてワイヤーボンディングすることにより、p型層3の面積を大きくすることができる。広範囲の面積で発光を得ることができる。さらに、電極5のワイヤーボンディング位置をp型層3の隅部とすることにより、発光をボール6で遮ること少なく外部に取り出すことができる。

【0010】p型層3に形成された電極5をワイヤーボンディングするには、他にp型層3の隅（例えば、図1に示すa点、b点）でも良いが、図1に示すように、それらが対角線上の端にあること、つまりn型層の電極4をワイヤーボンディングする位置と、p型層の電極5をワイヤーボンディングする位置とは、同一面側からみて対角線上の端にあることが特に好ましい。なぜなら、ワイヤーボンディング位置を互いに対角線上の端とすることにより、電流が電極5から電極4に均一に流れ、均一な面発光が得られる。これは窒化ガリウム系化合物半導体発光素子はサファイアという絶縁性基板の上に積層されているため基板側から電極を取ることができない。従って、同一窒化ガリウム系化合物半導体層側から正、負両電極を取り出す場合、そのワイヤーボンディング位置を電極4から最も離れた位置とすることにより、p型層3内に均一に電流を流すことができるため、均一な面発光が得られることによる。このことは窒化ガリウム系化合物半導体発光素子特有の効果である。

【0011】また、図3は本発明の他の実施例に係る発光素子を図1と同じく窒化ガリウム系化合物半導体層側からみた平面図であり、図4は図3の平面図を一点鎖線で示す位置で切断した際の概略断面図である。基本的な構造は図1および図2と同一であるが、この発光素子はp型層3の電極5を金属よりなる透光性の電極としている。電極5を金属とするのはp型層3とオーミック接触を得るためである。さらに、電極5を透光性にするには、例えばAu、Ni、Pt等の金属が透光性となるように非常に薄く蒸着、またはスパッタすることによって実現できる。また、金属を蒸着、スパッタした後、アニーリングして、金属を窒化ガリウム系化合物半導体中に拡散させると共に、外部に飛散させて透光性となるような膜厚まで調整することにより実現できる。透光性になる電極5の膜厚は金属の種類によっても異なるが、好ましい膜厚は0.001 μ m~0.1 μ mの範囲である。

【0012】さらに、電極5を透光性とした場合、図3に示すようにp型層3のほぼ全面に電極5を形成することができる。図3のように電極5を全面に形成することにより、図1の線状の電極に比して、電流がよりp型層3全面に広がるため、全面発光の好ましい発光素子を得ることができる。

【0013】さらにまた、電極5を透光性にした場合、透光性電極の上に直接ワイヤーボンディングすると、電

4

極5の膜厚が薄いことにより、ボールが電極5と合金化せずくっつきにくくなる傾向にあるため、図4に示すように電極5とは別にボンディング用の台座電極8を形成する方が好ましい。台座電極8はAu、Pt、Al等通常の電極材料を使用でき、数 μ mの厚さで形成することができる。また、図1に示す線状の電極5を透光性としてもよく、線状の電極5を透光性にした場合には、電極5の隅部に台座電極8を設けてもよいことはいうまでもない。

【0014】本発明において、n型層の電極をワイヤーボンドするn型層の隅部とは、いいかえると図1、図3に示すように、同一平面上においてn型層の隅部に形成されている電極を指し、同様にp型層の電極をワイヤーボンドするp型層の隅部とは、図1、図3に示すように同一平面上に形成されているp型層の電極の隅部を指している。

【0015】

【作用】本発明の発光素子はn型層の電極がそのn型層の隅部でワイヤーボンディングされており、さらに、p型層の電極がそのp型層の隅部でワイヤーボンディングされているため、電極で発光を遮られることなく効率よく外部へ発光を取り出すことができる。また上部からワイヤーボンドするため、1チップを1リードフレーム上に取り付けることができるため、チップサイズが小さくでき生産性が向上する。さらに、n型層の電極とp型層の電極とを対角線上、つまり最も距離の離れた位置に配置することにより、電流を均一に広げることができ、発光効率がさらに向上する。またp型層の電極を透光性にしてp型層のほぼ全面に形成することにより、電流がp型層全面に均一に流れ、しかも発光は透光性電極を通して電極側から観測することができる。

【0016】

【実施例】基板の上にn型GaN層と、p型GaN層とを順に積層したウエハーを用意する。次に前記p型GaN層の上に所定の形状のマスクを形成した後、p型GaN層の一部エッチングしてn型GaN層を露出させる。ただし、エッチング形状は図1に示すような形状とし、露出したn型層の面積はその上に電極を形成してその電極の上にワイヤーボンディングできる最小限の面積とする。

【0017】次にp型GaN層の上に電極形成用のマスクを形成し、蒸着装置にてp型GaN層のほぼ全面にNi/Auをおよそ300オングストロームの厚さで蒸着する。なお露出したn型GaN層の上にもAlを1 μ mの厚さで蒸着する。この状態でn型層の電極とp型層の電極とが対角線上に位置する電極パターンが完成する。

【0018】蒸着後、アニーリング装置で、ウエハーをアニーリングすることによりp型層上の電極を透光性にする。さらに再度マスクを形成し、その透光性電極の所定の位置にボンディング用のAlよりなる台座電極を1

5

μm の厚さで形成する。この状態でn型層の電極のワイヤーボンディング位置と、p型層の電極のワイヤーボンディング位置とが対角線上にあるパターンが完成する。

【0019】次にウエハーを、前に形成したパターンが発光素子の隅に来るように四角形にカットして発光チップとする。後はこの発光チップのGa_{0.5}N層側を発光観察面として、一つのリードフレーム上に載置し、それぞれの電極に金線をワイヤーボンディングした後、最後にエポキシ樹脂で全体をモールドすることにより、本発明の発光ダイオードとした。図5にこの発光ダイオードの概略断面図を示す。この図において10はリードフレーム、11がエポキシ樹脂である。そしてこの発光ダイオードを発光させたところ、同一の素子でp型層の電極の中心にワイヤーボンディングしたものに比して1.5倍も明るかった。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の発光素子はボンディング位置がその発光素子の隅部にあるため、電極、ボンディング用の電極、ボール等で発光を遮ることが少なくなり発光素子の発光効率を向上させることができる。また窒化ガリウム系化合物半導体層側から、両電極を取り出してワイヤーボンディングできるため、チ

6

ップサイズを小さくできて生産性が向上する。さらに好ましくは両電極を隅と隅との対角線上に配置することにより、p型層の電流を均一に広げることができ均一な発光が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に係る発光素子を窒化ガリウム系化合物半導体層側から見た平面図。

【図2】 図1の発光素子の概略断面図。

【図3】 本発明の他の実施例に係る発光素子を窒化ガリウム系化合物半導体層側から見た平面図。

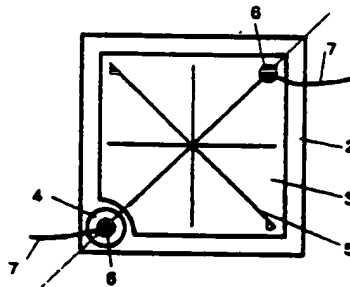
【図4】 図3の発光素子の概略断面図。

【図5】 本発明の一実施例に係る発光素子の概略断面図。

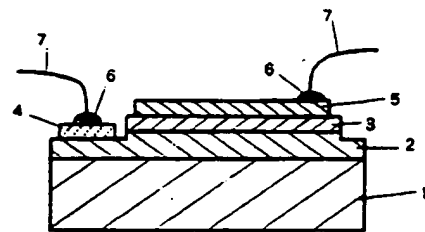
【符号の説明】

- 1・・・基板
- 2・・・n型層
- 3・・・p型層
- 4・・・n型層の電極
- 5・・・p型層の電極
- 6・・・ボール
- 7・・・金線
- 8・・・台座電極

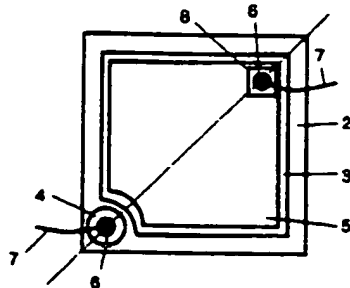
【図1】



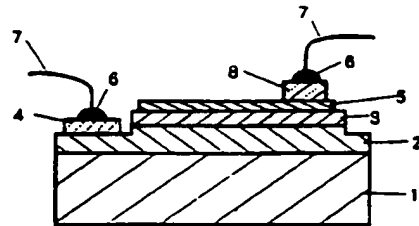
【図2】



【図3】



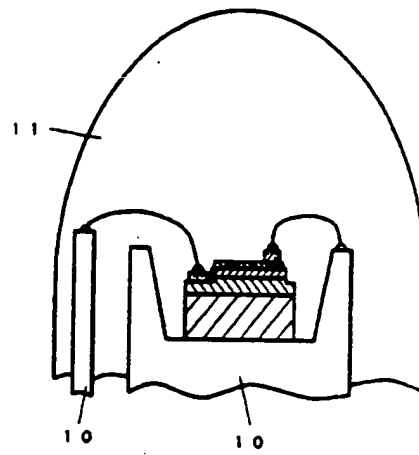
【図4】



(5)

特開平6-338632

【図5】



R009780